



**Escola Universitària Politècnica
de Vilanova i la Geltrú**

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

“POSADA MARXA DEL ROBOT PICBOT”

AUTORS: Miguel ángel Gallego Ruiz
Sergio Alcañiz Rodríguez
Diego Compadre Morales

TITULACIÓN: INGENIERIA TÉCNICA EN ELECTRÓNICA INDUSTRIAL

DIRECTOR: PERE PONS ASENSIO

DEPARTAMENT: ESAII

DATA: 23 de maig de 2002

MINIPROJECTE

RESUM

L'objectiu del nostre treball ha estat la posada en marxa del robot PICBOT-2. Hem hagut de portar a terme el muntatge tant mecànic com l'electrònic del mateix. En aquest document es fa una descripció del que ha estat aquest projecte, així com a descripció de certs aspectes o elements que considerem bàsics (comparatives de motors, sensors,..). També es fa una introducció a la programació d'aquest tipus de robot per tal de poder lligar la part de muntatge amb la part de programació i associar d'aquesta manera cada comportament que pugui assolir el robot.

Paraules clau

Robòtica mòvil	Microbòtica	PICBOT	Estat de l'art
Sensors	Actuadors	Rodes	Microcontrolador
Programació	Aplicació	Limitacions	Muntatge

INDEX

0. OBJECTIU

1. INTRODUCCIÓ A LA ROBÒTICA MÒBIL

1.1 Fonaments i aplicacions

1.2 Estat de l'art

2. ESTRUCTURA FÍSICA DEL ROBOT

2.1. Estructura general

3. ESTRUCTURA MECÁNICA

3.1. Introducció

3.2. Tipus d'estructures

3.3. Les rodes

4. SENSORS

4.1. Introducció

4.2. Tipus de sensors

4.3. Sensors del picbot

4.4. Comparativa de sensors

5. MOTORS

5.1. Introducció

5.2. Tipus de motors

5.2.1. Motors de CC

5.2.2. Motors Pas a Pas

5.2.3. Servomotors

5.3. Motors del picbot

5.3.1. Trucatge del servomotor

5.4. Comparativa de motors

6. ESTRUCTURA ELECTRÒNICA DEL ROBOT

6.1. Tarja de control MSx84

7. MONTATGE DEL PICBOT

- a. Particularitats del muntatge
- b. Llistat de material
- c. Llistat d'eines

8. MILLORES EN EL DISSENY

- a. Millores respecte l'altre robot
- b. Possibles millores

9. PROGRAMACIÓ

10. CONCLUSIONS

0. Objectiu

L'objectiu del nostre treball és la posada en marxa del robot PICBOT-2. Això comporta tant el muntatge mecànic com l'electrònic del mateix. No obstant, farem una introducció a la programació d'aquest tipus de robot per tal de poder lligar la part de muntatge amb la part de programació i associar d'aquesta manera cada comportament que pugui assolir el robot.

1. Introducció a la robòtica mòvil

1.1 Fonaments i aplicacions

Els microbots són robots mòvils intel·ligents el control dels quals es basa en un programa grabat a un microcontrolador. El microbot bàsic és un robot mòbil de dimensions reduïdes dotat de sensors que faciliten informació de l'entorn on es mourà. També incorpora actuadors que li permeten realitzar operacions segons el programa d'aplicació grabat a la memòria del microcontrolador que el governa.

Les característiques bàsiques d'un microbot són les següents:

- Està governat per un microcontrolador com a unitat de control central.
- Disposa de motors per portar a terme els seus moviments. Com que l'estructura d'un microbot sols ser petita i lleugera, aquests motors solen ser petits i econòmics.
- Disposa de diversos sensors que l'ajuden a interpretar l'entorn en el qual es mou.

Els microbots no pretenen ser un substitut dels robots industrials ja que no estan dissenyats per realitzar tasques en les quals es maneguin elevades potències. La seva funció és la d'efectuar accions simples però molt comunes en moltes situacions (detectar objectes, seguir trajectòries, transportar peces,...) el desenvolupament d'aquestes tasques és el que fa que el robot es comporti d'una manera determinada. Per aquest motiu sectors com la medicina, instrumentació, labors domèstiques i lúdiques, exploració espacial i submarina, etc. són àrees que acceptaran de bon grat la col·laboració d'aquest tipus de robots.

1.2 Estat de l'art

Tot i què ens trobem encara molt lluny de la creació de robots amb una funcionalitat completa, podem assegurar que alguns robots treballen avui en dia revolucionant els llocs de treball. Encara no tenen una semblança humana, ja què de fet son manipuladors industrials governats pero ordinador, molt diferents a la imatge popular.

Des de 1980, el mon de la robòtica ha sofert una expansió mol important, formant part essencial en el món industrial. El principal factor d'aquest creixement han estat les millores tècniques degudes a l'avanç en les àrees de la informàtica i la microelectrònica.

En el camp de la investigació, el primer autòmata (140,s) va ser dissenyat per Grey Walter. Era una robot amb una estructura similar a una tortuga que tenia la funció d'anar cap a la llum. A finals dels 60 va aparèixer un robot anomenat Shakey, construït per SRI. Aquest navegava en entorn d'interiors d'edificis molt estructurats. No va ser fins finals dels 70 quan es va crear el primer robot que incorporaba la capacitat de sortir a l'exterior. A partir d'aquest moment hi ha hagut una gran proliferació de treball en vehicles que circulen a la velocitat d'un cotxe per carretera i naveguen per tot terreny en aplicacions comercials.

La introducció dels sistemes microprocessadors a partir dels anys 70 ha fet possible que la tecnologia dels robots hagi sofert grans avenços. Ha estat una fusió entre la electrònica i la mecànica que ha fet possible la modernització del robot. Els japonesos van aplicar el terme "mecatrònica" a aquesta fusió.

No obstant, podem distingir una sèrie de fases dins la vida de la robòtica, cadascuna amb unes certes innovacions i uns certs desencadenants:

La primera generació de robots (principis dels 70) era reprogramable, de tipus braç, dispositius manipuladors que sòlament podien realitzar moviments repetitius, aïllats per sensors interns que ajudaben a realitzar el seus moviments amb una certa precissió. La segona generació comença a finals dels 70. Són robots amb sensors externs (tacte i visió generalment) que donen al robot informació de l'exeterior. Els robots poden fer eleccions limitades o tomar decisions i reaccionar front l'entorn de trebal. Se'ls coneix com robots "adaptatius".

Actualment estem assistint a la tercera generació de robots, els quals emplean una intel·ligència artificial i fan us de sistemes computeritzats molt avançats. Aquests sistemes no sòlament treballen amb números, sino que també treballen amb el propi programa fent raonaments lògics. La IA permet als ordinadors resoldre els problemes de forma intel·ligent i interpretar informació complexe procedent dels sensors.

El futur de la robòtica mòvil és una mica incert. Fer previsions sobre la evolució de la robòtica, com sobre qualsevol tecnologia en constant i ràpid desenvolupament és arriscat però convenient. Durant anys els robots han estat útils solament si s'utilitzaven com a manipuladors industrials. Tot i això, recentment han irrompit diversos rols nous pels robots. És difícil fer una previsió sobre la robòtica mòvil, ja que fins ara ha tingut un "boom" molt gran però està sofrint un cert estancament i no es coneix cap a on es dirigeix degut a l'aplicació de hobby que se li ha estat donant ultimament.

Tot i que podem veure algunes de les tendències previsibles a curt i mitjà plaç:

En quant a l'arquitectura dels robots podem veure clarament que l'estructura mecànica condiciona tant l'espai de treball com les prestacions que poden esperar-se d'un robot. És per això que aquest motiu ha sigut objecte d'estudi amb la finalitat d'aconseguir estructures que puguin substituir a les actuals.

2.-ESTRUCTURA FÍSICA DEL ROBOT

2.1. Estructura general

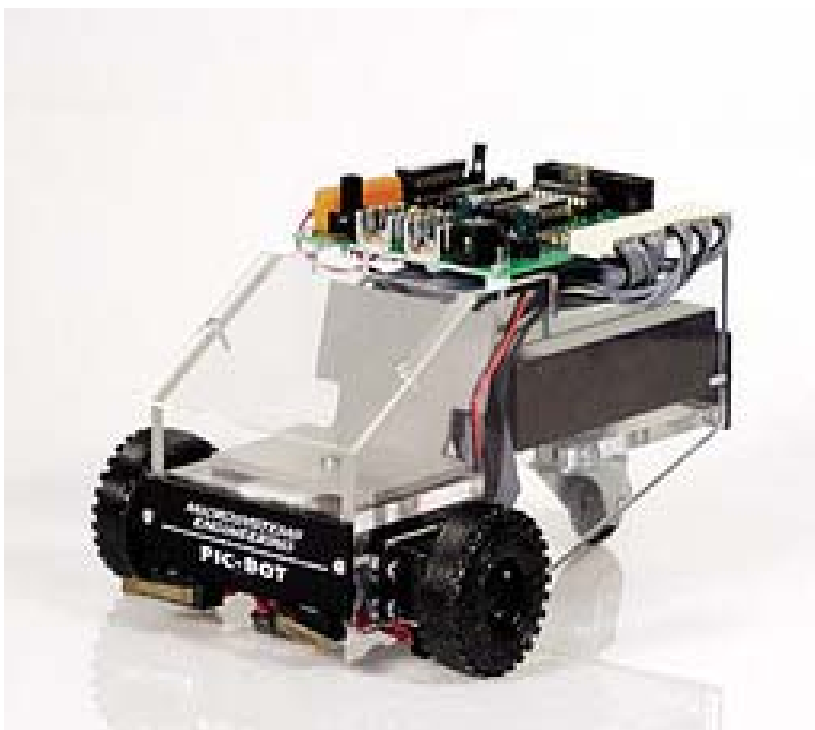
Els microbots són robots mòvils intel·ligents el control dels quals es basa en un programa grabat a un microcontrolador. El microbot bàsic és un robot mòbil dde dimensions reduïdes dotat de sensors que faciliten informació de l'entorn on es mourà. També incorpora actuadors que li permeten realitzar operacions segons el programa d'aplicació grabat a la memòria del microcontrolador que el governa.

Les característiques bàsiques d'un microbot són les següents:

- Està governat per un microcontrolador com a unitat de control central.
- Disposa de motors per portar a terme els seus moviments. Com que l'estructura d'un microbot sols ser petita i lleugera, aquests motors solen ser petits i econòmics.
- Disposa de diversos sensors que l'ajuden a interpretar l'entorn en el queal es mou.

Es per això i per la importància de cadascuna de elles, que podem diferenciar entre quatre parts bàsiques :

- Estructura mecànica
- Sensors
- Actuadors
- Electrònica de control



3.- ESTRUCTURA MECÀNICA

3.1. Introducció

L'estructura mecànica s'encarrega de suportar tota la resta de components que integren el robot. Es per això, que la part mecànica d'un microbot es molt important, ja que pot limitar les operacions que es vulguin realitzar. L'estructura dels robots han de ser-hi de materials firmes y durs, que permetin acoplar tots els elements amb facilitat i que no es trenquin ni es deformin amb facilitat, ja que el microbot estarà en continu moviment. A més l'estructura ha de ser flexible i permetre possibles modificacions posteriors, com ara la inserció d'un altre tarja de control o el canvi de motors i sensors d'altre tipus i tamany.

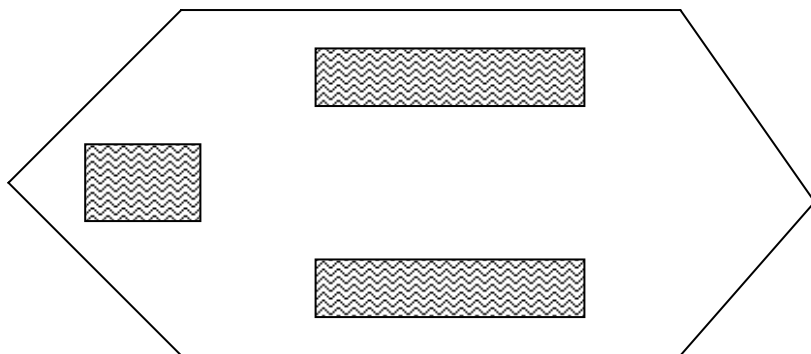
3.2. Tipus d'estructures mecàniques

Depenent d'on es col·loquin les rodes i la mobilitat que tinguin cadascuna d'elles podem diferenciar entre 3 tipus d'estructures:

- Direcció diferencial

Aquesta estructura es caracteritza per tenir dues rodes laterals de tracció independent.

L'estabilitat a l'hora de girar no és bona i limita la seva velocitat.



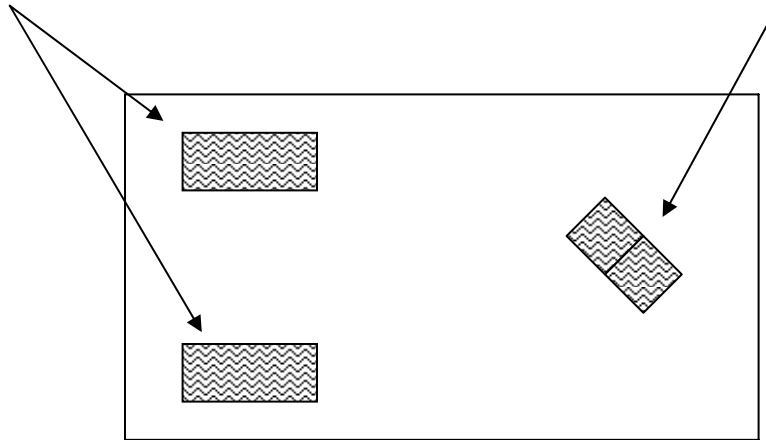
- Estructura tricicle

La característica més important d'aquesta configuració es que té dues rodes motrius davanteres fixes i una trasera de direcció que li serveix com a timó per girar.

Aparentment es més inestable que les demés sobretot en girs, però com la seva velocitat sol ser reduïda no té perquè haver-hi problemes.

Rodes motrius

Roda direccional



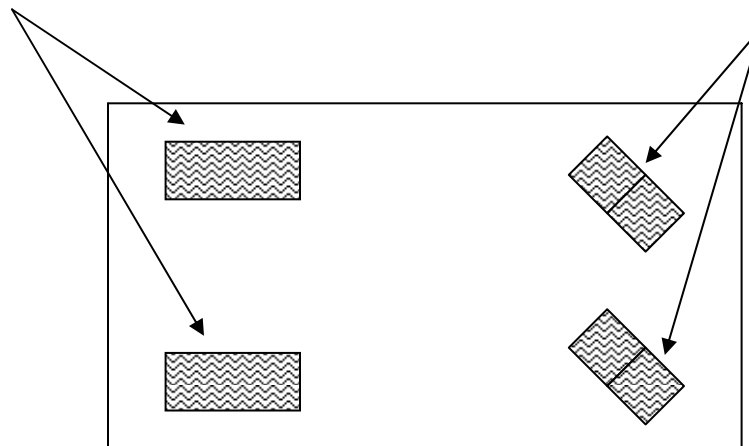
- Estructura de cotxe

Aquesta configuració es bàsicament la d'un cotxe normal, amb dos rodes motrius i dos rodes direccionals. Depenent on es trobin les rodes motrius, davant o darrere el robot tindrà tracció davantera o tracció trasera

Té gran estabilitat ja que poseix quatre rodes i per tant pot assolir més velocitat de gir que les demés.

Rodes Motrius

Rodes direccionals



A continuació proposem una Taula orientativa que pot servir a l'hora d'escollir l'estructura del robot mòvil segons la funcionalitat desitjada:

Característiques		Direcció Diferencial	Tricycle	Cotxe
------------------	--	----------------------	----------	-------


Velocitat lineal		Bona	Normal	Molt Bona
Velocitat angular		Normal	Normal	Molt Bona
Estabilitat		Normal	Normal	Molt Bona
Angle Gir				





3.3. Les rodes




La part més important de l'estructura mecànica són les rodes. Les rodes són les que realment aguanten tot el pes de l'estructura del robot, per la qual cosa han de estar fixades amb criteri a l'estructura física. A més són un element a tenir molt en compte en la mobilitat del microrobot, ja que depenent del tipus de rodes que seleccionem per al nostre robot, podrem fer que es mogui amb més facilitat per terrenys o materials llisos o rugosos.

Mentres es realitzava el montatge del PICBOT varem observar que hi havia certes parts del robot que podrien ser modificades en funció de la seva aplicació per tenir unes millors característiques o unes altres de menys bones però més econòmiques. Es per això que hem volgut fer una comparativa d'aquestes parts comparant productes que ens ofereixen els fabricants però sobretot fent una recopilació dels materials emprats per altres persones que varen construir un robot mòvil.

Una part que vam trobar interessant de canviar varen ser les rodes. Les rodes motrius que actualment té el PICBOT ofereixen una bona adherència pel terra però en determinades superfícies com poden ser les taules demostra una certa dificultat. A més les rodes són d'un radi petit el que fa que per obtenir altes velocitats el motor hagi de girar a uns regims alts de revolucions. D'aquesta manera depenent de l'aplicació que li volem donar podem disposar d'entre moltes altres el següent tipus de rodes:

Tipus roda	Ventatges	Inconvenients	Aplicació	Cost	
Medial Pro TT Compet. Montados	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Excelent adherència ▪ Magnífiques prestacions 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Possibilitat de dificultat 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tot tipus de terrenys i 	17.43 €/parell	

1/8	<ul style="list-style-type: none"> Diferents duesses i compostos per triar 	<ul style="list-style-type: none"> d'acoplament al PICBOT Pes elevat pel servomotor 	superfícies		
Medial Pro Touring Montadas 1/10	<ul style="list-style-type: none"> Bones prestaciones Gran durabilitat Bona adherencia Montats en llanta BBS 	<ul style="list-style-type: none"> Possible dificultat d'acoplament al PICBOT 	<ul style="list-style-type: none"> Preferentment per asfalt i superfícies sense socavades 	14.42 €/parell	
Champion Touring Montadas 1/10	<ul style="list-style-type: none"> Bones prestaciones Bona adherencia Diferents duesses i compostos. Bona relació qualitat/ preu 	<ul style="list-style-type: none"> Possible dificultat d'acoplament al PICBOT 	<ul style="list-style-type: none"> Preferentment per asfalt i superfícies sense socavades. 	13.22 €/parell	
Pro-Line Rally Boss	<ul style="list-style-type: none"> Ideal per superfícies brutes. Marxar sobre herba. Molt bona tracció en casitotes les superfícies 		<ul style="list-style-type: none"> Superfícies brutes, irregulars i discontinues. 	12.92 €/parell	
Pro-Line LP Slick 2	<ul style="list-style-type: none"> Compacte i rigid 61mm diàmetre exterior Bona resposta en 	<ul style="list-style-type: none"> Poca adherència si la superfície es mullada o massa 	<ul style="list-style-type: none"> Superfícies llises i rugoses. 	12.92 €/parell	

	<p>velocitat</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Bastant lleugers 	<p>humida</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ No apte per superfícies irregular i/o reliscants 			
Tipus roda	Ventatges	Inconvenients	Aplicació	Cost	
Pro-Line Road Rage	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Excellents prestacions. ▪ Excellent adherència fins i tot en humit. ▪ Possibilitat de llanta de 24 o 26 mm 		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Superfícies que requireixin una molt bona adherència en qualsevol estat. 	12.92 €/parell	
CD's recoberts amb banda de goma	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Solució molt econòmica ▪ Radi de roda molt gran, grans velocitats amb regim de gir baix 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pesima adherència. ▪ Fiabilitat dolenta. ▪ Solució poc elegant i poc professional 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplicacions en superfícies específica sense inclinació ▪ Aplicacions que es necessitin grans velocitats 	1.2 €/parell	
Dipoció en ORUGA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pot evitar obstacles petits i mitjans passant per sobre sense dificultat ▪ Bona resposta en tot tipus de terreny ▪ Robustesa en l'estructura 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ No segueix la disposició classica en V. ▪ No pot assolir grans velocitats ▪ Necessiten en ocasions tensat de la goma de l'oruga 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplicacions de velocitats baixes i alta estabilitat ▪ Terrenys irregulars 	Depen del tipus d'oruga	

En aquesta taula hem representat les rodes que creiem que son més representatives de cada marca i les que creiem que poden ser una bona alternativa pel nostre robot. Com es llogic hi molta més oferta sobre rodes que es pot trobar a:

- www.azormodelismo.com
- www.modelspain.com
- www.Pro-lineracing.com

Estructura del PICBOT

En el cas del PICBOT-2 aquesta estructura mecànica, està formada per plaques de metacrilat que fan possible i confeccionen una estructura rígida i sòlida. A més les rodes encara que no són les més adients per moure's per qualsevol tipus de "terreny" aguanten perfectament l'estructura del robot amb la seva disposició en forma de tricicle. Aquesta és la configuració que considerem més adient pel tipus d'operacions que realitza, ja que la roda posterior de direccionament fa possible un gir més suau i elegant que facilita la seva realització, encara que delimiti la velocitat de gir.

4.- SENSORS

4.1. Introducció

Els sensors són els encarregats de proporcionar informació de l'entorn a la targeta de control perquè aquesta la processi i actuï en conseqüència. Per això a la robòtica mòbil és important l'elecció d'un bon tipus de sensor que sigui capaç de captar la informació de l'exterior que ens interessa, per a que el microbot pugui realitzar l'operació que volem que faci.

4.2. Tipus de sensors

Els sensors més utilitzats a la robòtica mòbil són els següents:

a) Sensors òptics o optoelectrònics

Els sensors òptics estan formats bàsicament per un diode emisor de infrarrojos i un fototransistor que detecta la presència o no dels mateixos. El diode emet constanment un raig infrarojo que és detectat pel fototransistor. En el moment que passa un objecte aquest feix es talla i el fototransistor detecta la presència de l'objecte.

Aquest tipus de sensors tenen una bona velocitat de resposta, per la qual cosa són molt útils a l'hora de detectar objectes a distància i de distingir colors, encara

que s'utilitzen gairebé sempre pel control de velocitat de motors i per sapiguer la velocitat, sentit i posició mitjançant encoders.

b) Sensors mecànics

Els sensors mecànics, son uns dispositius que mitjançant un determinat mecanisme, son capaços d'obrir o tancar un circuit elèctric, generant d'aquesta manera un senyal lògic. Segons l'aplicació que volguem realitzar, tractarem aquest senyal d'una manera o un altre, amb la tarja de control.

Aquests sensors son molt utilitzats en robòtica mòvil, perquè son molt econòmics i fàcils de trobar al mercat. Generalment s'utilitzen per detectar presència d'objectes o com a fi de cursa. Són detectors d'aquest tipus els interruptors, els pulsadors, els fi de cursa, bumpers,...

4.3. Sensors del PICBOT

Pel correcte funcionament del nostre robot hem incorporat un total de cinc sensors que detallem a continuació:

- Tres sensors optoelectrònics tipus CNY70
- Dos sensors mecànics o microrruptors (bumpers)

Disposició dels sensors

Els sensors mecànics han estat colocats a la part davantera del robot, per tal de detectar qualsevol tipus de xoc. Al topar amb qualsevol objete el microrruptor s'encarrega de tancar el circuit, produïnt d'aquesta forma una certa seyal.

Per altra banda, dos dels sensors optoelectrònics han estat situats en la part davantera del robot, a 5mm del terra aproximadament. Aquests són els encarregats de detectar les línies de color fosc, amb la finalitat de que el robot segueixi la línia.

Per últim, l'altre sensor optoelectrònic es situa en la part baixa del motor, alineat amb l'eix de la roda, a uns 5mm d'aquesta. Aquest sensor és l'encarregat del funcionamet de l'encoder.

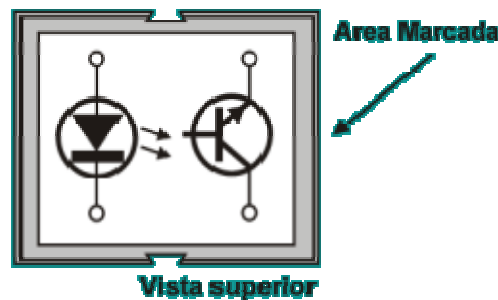
Els sensors òptics

Els sensors que hem emprat en el montatge del nostre robot han estat sensor de tipus infrarrojos. Concretament, pel seguiment de línies hem utilitzat dos sensors

infrarojos model CNY-70, mentre que per el correcte funcionament de l'encoder el sensors utilitzats han estat també de tipus infrarojos, però model CNYXX.



Els sensors CNY-70 són petits dispositius amb forma cúbica amb quatre potes que conté en el seu interior un emisor d'infrarojos que treballa a una longitud d'ona de 950 nm i un fototransistor (receptor), situats ambdòs en paral·lel i apuntant a la mateixa direcció. La distància entre emisor i receptor és de 2.8 mm i estan separats del frontal encapsulat a 1mm.



El funcionament del sensor és el següent: el fototransistor conduirà quanta més llum reflexada per l'emissor capti per la seva base. La sortida d'aquest dispositiu és analògica i ve determinada per la quantitat de llum reflexada.

L'ús més freqüent d'aquest tipus de dispositius és per robots rastrejadors (Sniffers), tal i com succeeix en la nostra aplicació.

A continuació explicarem com s'ha de connectar i muntar el sensor CNY70 per a que funcioni correctament:

- Agafem el conector tipus MOLEX femella de 4 vies i el tallem amb la longitud desitjada.
- Pelem pels dos extrems, tres vies del conector.
- Es solden les pates A i C del sensor.

- D'aquesta unió soldem un cable que anirà a la pata 2 del conector femella tipus MOLEX, que ens servirà d'alimentació.
- La patilla E del sensor la soldem amb la pata 3 del conector i la patilla K la soldem també amb la pata 4.
- Després de fer les soldadures es aconsorable recubrir-les amb cinta aïllant per tal d'evitar el contacte entre elles.

Esquema de connexió del sensor CNY-70

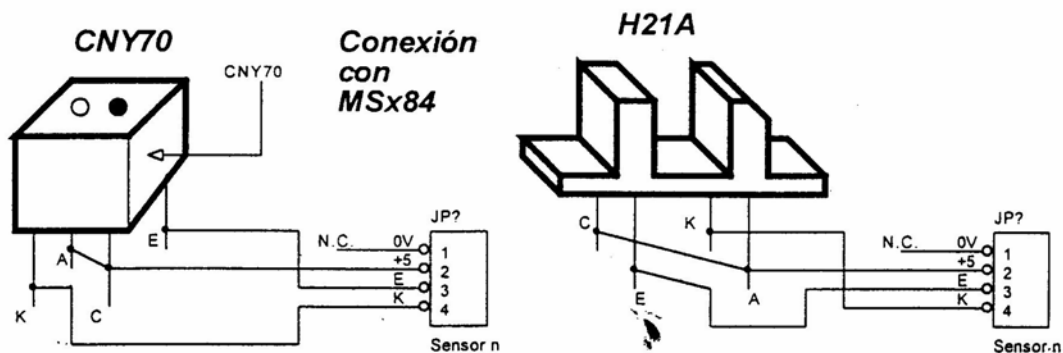


Figura 2-12. Conexión con la tarjeta MSx84

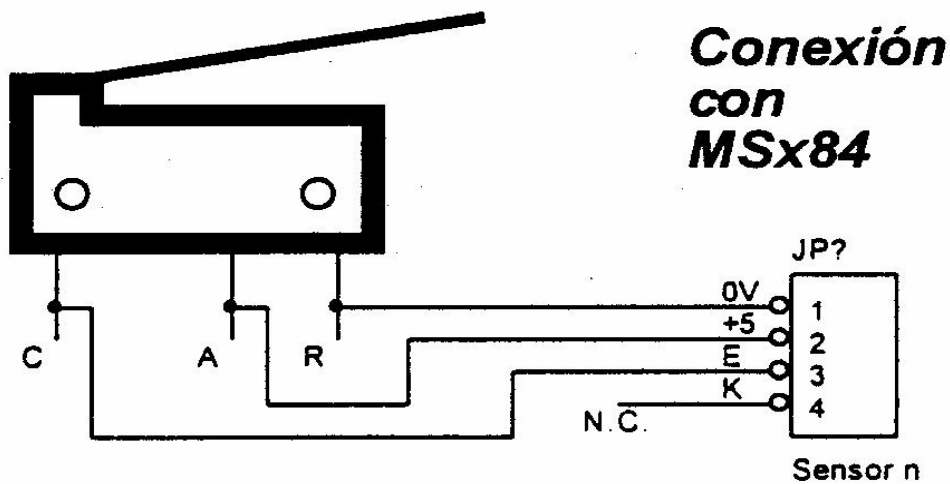
Els sensors mecànics

Al PIC-BOT també hem utilitzat sensors de tipus mecànic. Aquests sensors són de tipus “Bumper” i van col·locats a la part davantera del robot. Bàsicament s'utilitzen per detectar obstacles i així en cas de xoc poder parar o canviar de ruta. Com en el cas dels sensors optoelectrònics aquests sensors també s'han de muntar i per això a continuació explicarem breument com s'ha de fer per conexionar el sensor:


- Com hem fet amb el CNY-70, agafem el conector tipus MOLEX femella de 4 vies i el tallem amb la longitud desitjada.
- Pelem pels dos extrems, tres vies del conector, ja que la quarta no la utilitzarem perquè el sensor només té tres potes.


- A continuació, soldem la pata R del sensor amb la 1 del conector.
- També soldem la pata A amb la 2 del conector, que serà la d'alimentació.
- Per últim soldem també la pata C amb la E del conector.
- En aquest cas, també es aconsorable recubrir les soldadures amb cinta aïllant per tal d'evitar el contacte entre elles.


Esquema de connexió del sensor de tipus "Bumper"





4.4. Comparativa de sensors

	Sensor infrarrojos receptor de alta velocidad	
	Características	
	Area sensitiva	A=7,5mm ²
	Angulo medio sensibilidad $\pm\phi$	60°
	Potencia disipación Tamb $\leq 25^{\circ}\text{C}$	150mW
	Temperatura	80°C
	Escala temperaturas	-55°C - +150°C
	Temperatura soldadura	245°C

	Sensor infrarrojos receptor npn silicón epitaxial planar	
	Características	
	Caja sellada herméticamente	
	Angulo medio sensibilidad $\pm\phi$	12.5°
	Potencia disipación Tamb $\leq 25^{\circ}\text{C}$	250mW
	Temperatura	150°C
	Escala temperaturas	-55°C - +150°C
	Voltaje base receptor	32V


	Sensor infrarrojos receptor npn silicón epitaxial planar	
	Características	
	Compatible con diodos IR-CQY36N y CQY37N	
	Angulo medio sensibilidad $\pm\phi$	12.5°
	Potencia disipación Tamb $\leq 25^{\circ}\text{C}$	100mW
	Temperatura	100°C
	Escala temperaturas	-25°C - +100°C
	Voltaje base receptor	32V


	Sensor infrarrojos receptor npn silicona epitaxial planar	
	Características	
	Caja sellada herméticamente	
	Angulo medio sensibilidad $\pm j$	50°
	Escala temperaturas	-25°C - +100°C
	Resistencia térmica	250K/W
	Sensibilidad corto circuito	7,0nA/lx
	Voltaje circuito abierto	280-380mV

	Sensor infrarrojos receptor pn silicona planar fotodiodo	
	Características	
	Area sensitiva	A=7,5mm²
	Angulo medio sensibilidad $\pm \varphi$	60°
	Potencia disipación Tamb $\leq 25^\circ\text{C}$	150mW
	Voltaje circuito abierto	400mV
	Escala temperaturas	-30°C - +80°C
	Temperatura soldadura	245°C


	Sensor infrarrojos receptor silicona	
	Características	
	Area sensitiva A=7,5mm²	
	Angulo medio sensibilidad $\pm \varphi$	65°
	Potencia disipación Tamb $\leq 25^\circ\text{C}$	150mW
	Temperatura	80°C
	Escala temperaturas	-30°C - +80°C
	Voltaje base receptor	32V


	Sensor infrarrojos receptor silicona	
	Características	
	Caja plástico Ø3mm (T-1)	
	Angulo medio sensibilidad $\pm\phi$	12,5°
	Potencia disipación Tamb $\leq 55^{\circ}\text{c}$	100mW
	Temperatura	100°C
	Escala temperaturas	-25°C - +100°C
	Voltaje base receptor	32V


	Sensor infrarrojos receptor silicona npn epitaxial planar	
	Características	
	Caja sellada herméticamente	
	Angulo medio sensibilidad $\pm\phi$	25°
	Potencia disipación Tamb $\leq 25^{\circ}\text{c}$	250mW
	Temperatura	100°C
	Escala temperaturas	-55°C - +125°C
	Voltaje base receptor	80V


	Sensor infrarrojos receptor silicona npn epitaxial planar	
	Características	
	Caja plástico Ø3mm (T-1)	
	Angulo medio sensibilidad $\pm\phi$	25°
	Potencia disipación Tamb $\leq 45^{\circ}\text{c}$	100mW
	Temperatura	100°C
	Escala temperaturas	-25°C - +100°C
	Voltaje base receptor	70V


	Sensor infrarrojos receptor npn silicón epitaxial planar	
	Características	
	Caja plástico Ø5mm (T-1^{3/4})	
	Angulo medio sensibilidad $\pm\phi$	20°
	Potencia disipación Tamb $\leq 45^\circ\text{C}$	100mW
	Temperatura	100°C
	Escala temperaturas	-25°C - +100°C
	Voltaje base receptor	70V


	Sensor infrarrojos receptor fototransistor sil. npn epitaxial	
	Características	
	Caja hermética TO-18	
	Resistencia térmica	450K/W
	Potencia disipación Tamb $\leq 25^\circ\text{C}$	330mW
	Escala spectral fotosensibilidad	450-1150nm
	Voltaje base receptor	50V
	Voltaje base emisor	7v

	Sensor infrarrojos receptor silicón planar fotodiodo	
	Características	
	Caja hermética TO-5	
	Resistencia térmica	300K/W
	Potencia disipación Tamb $\leq 25^\circ\text{C}$	325mW
	Escala de temperaturas	-40°C - +80°C
	Area radial sensitiva	A=7mm²
	Temperatura de soldadura	230°C

	Sensor infrarrojos receptor silicona	
	Características	
	Caja hermética TO-18	
	Potencia disipación Tamb ≤25°C	230mW
	Escala de temperaturas	-40°C - +80°C
	Area radial sensitiva	1mm²
	Temperatura de soldadura	230°C
	Escala spectral fotosensibilidad	350-1100nm

	Sensor infrarrojos receptor (célula fotovoltaica silicona)	
	Características	
	Temperatura utilización(Tamb=25°C)	-55°C - +100°C
	Area radial sensitiva	8,7mm²
	Corriente corto circuito	60µA
	Voltaje circuito abierto	440mV
	Angulo medio sensibilidad ±φ	60°C
	Inversión voltaje(polo positivo-cátodo)	1V

	Sensor infrarrojos receptor nnp silicona planar fototransistor	
	Características	
	Escala temperaturas operacionales	-65°C - +125°C
	Voltaje receptor emisor	50V
	Voltaje emisor receptor	7V
	Temperatura soldadura	240°C
	Potencia disipación Tamb=25°C	50mW
	Temperatura ambiente	25°C

	Sensor infrarrojos receptor	
	Características	
	Fotodiodo con circuito integrado híbrido	
	Escala temperaturas	-25°C- +85°C
	Suministro voltaje	60
	Potencia de disipación (Tamb=≤85°C)	50MW
	<font face="Arial" size=	

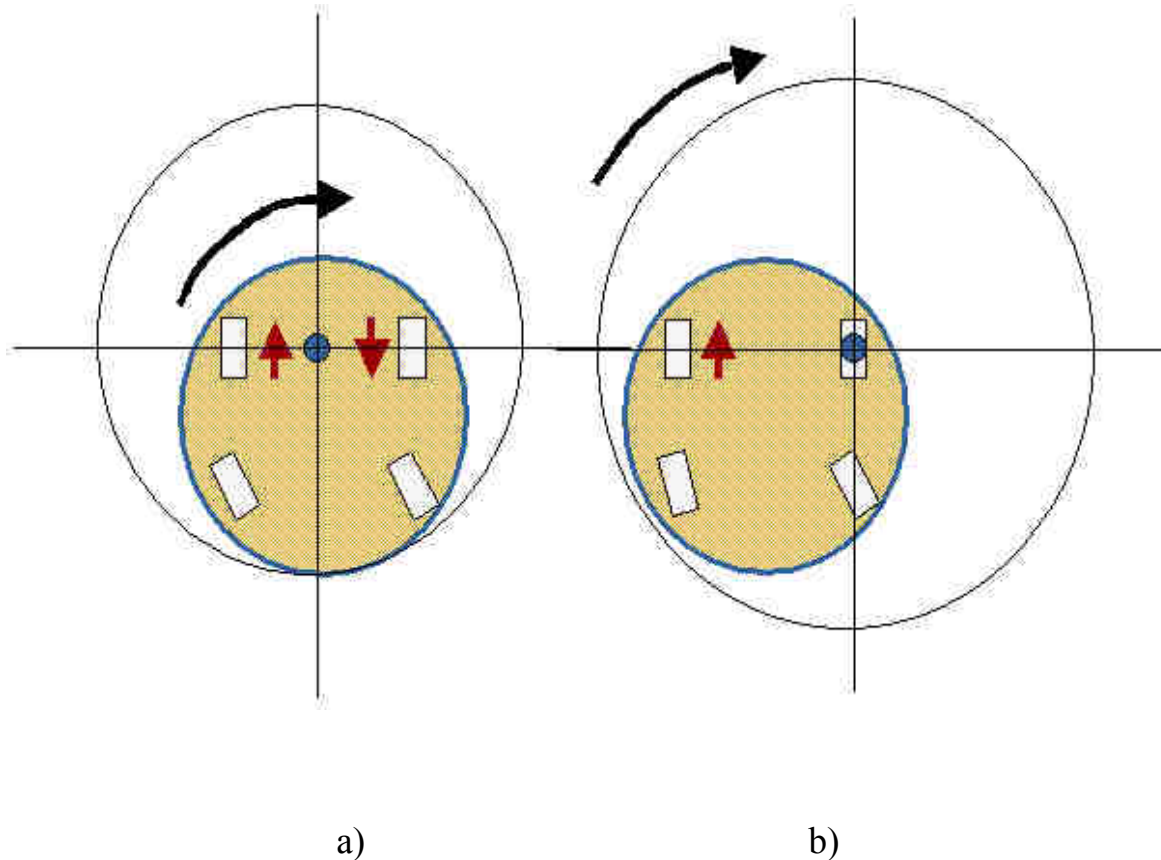
5. MOTORS

5.1. Introducció

Els motors son una part important de l'estructura d'un robot mòbil, ja que són els encarregats de transmetre a les rodes o a l'element a moure, les operacions que l'usuari vol que realitzi i que han estat previament programades i guardades al PIC de la targeta de control.

Els moviments del robot es solen fer de dues maneres diferents:

- a) Fent girar les rodes en sentits oposats.
- b) Amb una roda parada i girant l'altre cap a qualsevol sentit.



5.2. Tipus de motors

A robòtica mòvil es poden trobar gran varietat de motors seleccionats segons la fi a la qual estiguin destinats i la operació que es vol realitzar amb el microbot. D'aquesta manera podem trobar-hi:

- Motors DC
- Motors pas a pas
- Servomotors

5.2.1. Motors DC

Els motors de corrent continu son motors que presenten bones caracteristiques però són difícils de controlar. En segons quines aplicacions no ens convenen ja que es impossible coneixer la posició exacta i controlar el motor sense una realimentació.

Concretament pel nostre robot movil els motors de corrent continu son molt adients sempre que tinguin unes bones caracteristiques de parell i velocitat

5.2.2. Motors pas a pas

És el motor posicionador per excelència. S'utilitzen principalment en l'àrea de la informàtica. La robòtica constitueix actualment la seva frontera d'aplicació. La seva potència està encara limitada.

5.2.3. Els servomotors

Els servomotors són el tipus de motors que més s'utilitzen a la robòtica mòvil. Aquests tipus de motors sense arribar a ser els millors són els més utilitzats per les següents característiques:

- La seva localització al mercat és molt fàcil, ja que es venen a la majoria de mercats dedicats a l'aerodelisme i construcció de cotxes de control remot, ja que són utilitzats per moure mecanismes de direcció i timons.

- El seu preu és relativament baix en comparació amb la resta de motors i característiques tècniques que ens proporciona.
- Porten un grup reductor que proporciona un bon par de força i una bona estabilitat.
- La resposta d'arrancada i aturada es quasi bé immediata per la qual cosa facilita el treball de control de posició al microcontrolador.
- Té un reduït tamany i un pes baix que afavoreix el moviment del microrobot.

Es important destacar, que els servomotors tenen també alguns inconvenients, ja que no són construïts per la utilització a la robòtica mòvil, dels quals aquests són els més importants:

- El servomotor inclou al seu interior una electrònica de control. Com per les aplicacions de robòtica mòvil no s'utilitza l'haurem de retirar.
- Un altre inconvenient i pot ser el més important, es que aquests servomotors estan dissenyats per girar només 120°; com volem que girin 360° haurem de modificar-lo per tal d'aconseguir un gir lliure.

5.3. Motors del PICBOT







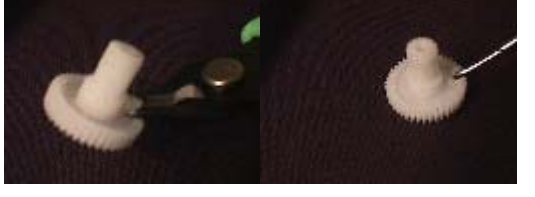

Els dos motors utilitzats al PICBOT són els FUTABA S3003 què són un tipus de servomotors i per tant presenten l'inconvenient de la limitació de gir a 180°. Com aquests motors es tindran que modificar per tal que puguin girar lliurement els 360°, procedim a explicar a continuació, com s'ha de fer aquest trucatge.

5.3.1. Trucatge del servomotor

Pas 1

Aquest és el servomotor original



<p>Pas 2</p> <p>Desmolem el servomotor retirant els quatre cargols de la tapa posterior</p>	
<p>Pas 3</p> <p>Tambè haurem de treure la tapa davantera per poder observar els components i l'electrònica de control</p>	
<p>Pas 4</p> <p>Separarem el motor i l'electrònica de la carcassa de plàstic i el grup reductor</p>	
<p>Pas 5</p> <p>A continuació hem de desoldar la part d'electrònica del motor .</p>	
<p>Pas 6</p> <p>Aspecte del motor desoldat de la part d'electrònica.</p>	
<p>Pas 7</p> <p>Ara haurem de soldar el motor amb els cables vermell i negre retirant el blanc o groc que s'encarregava de l'electrònica.</p>	
<p>Pas 8</p> <p>Una vegada soldat el motor, trencarem les pestanyes dels grups reductors, que empedeixen el gir de 360°.</p>	
<p>Pas 9</p> <p>A continuació tornarem a montar el motor sense la part d'electrònica.</p>	

Pas 10

Ara ja podrem utilitzar el motor per girar 360°.



5.4. Comparativa de motors

Com que considerem que els servomotors utilitzats no són els més adients per segons quines aplicacions realitza el PICBOT hem proposat una serie de servomotors per realitzar possibles millores:

Tipus motor	Torque Oz.-inc	Tamany Ample x llarg x alt	Velocitat Seg/60°	Caracteristiques
Futaba S3003 Standard	44.4	0.78 x 1.59 x 1.42	0.22	<ul style="list-style-type: none">▪ Bones dimensions▪ Parell baix▪ Velocitat mitjana▪ Baix Cost
Futaba S3102 Micro Precision	51.4	0.51 x 1.10 x 1.16	0.25	<ul style="list-style-type: none">▪ Tamany molt petit▪ Parell mitjà▪ Velocitat mitjana
Futaba S3302 ¼ Scale BB	110.0	1.14 x 2.32 x 1.97	0.19	<ul style="list-style-type: none">▪ Tamany elevat▪ Gran parell▪ Velocitat molt baixa
Futaba S3801 Arm Type sail Servo BB	194.0	1.14 x 2.32 x 1.97	0.22	<ul style="list-style-type: none">▪ Tamany elevat▪ Gran parell▪ Velocitat mitja.▪ Bona relació velocitat/parell▪ Resistent a l'aigua

Futaba S136G Compac Retract	76.4	0.87 x 1.75 x 1.00	0.50	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tamany reduït ▪ Bon parell ▪ Molt bona velocitat ▪ Resistent a l'aigua
Futaba 5301 High-Torque	292.0	1.13 x 2.33 x 1.96	0.23	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Excelent parell ▪ Velocitat mitjana ▪ Tamany elevat
Airtronics 94102	50	1.54 x 0.79 x 1.42	0.22	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Parell acceptable ▪ Velocitat mitja ▪ Econòmic
Airtronics 94924	85	1.75 x 0.88 x0.92	0.48	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tamany mitjà ▪ Bona Velocitat. ▪ Bon Parell
Airtronic 94358Z	200	1.54 X 0.79 X 1.78	0.10	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tamany mitjà ▪ Excellent parell ▪ Velocitat molt petita

Com observem a la taula hem mostrat una sèrie de motors que són els més representatius de les respectives marques, encara que de marques de servomotors hi han moltes les més representatives són:

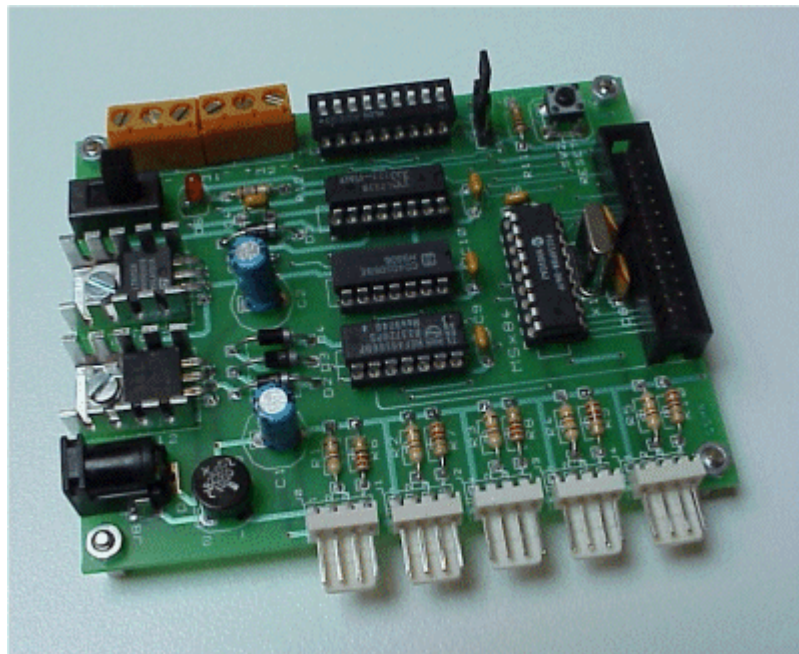
- Futaba.
- Hobbico.
- JR.
- Hitec.
- Airtronics.

6. ESTRUCTURA ELECTRÒNICA DEL ROBOT

La part electrònica del robot es l'encarregada de processar la informació exterior rebuda pels sensors i gestionar-la de manera que actuant sobre els motors el robot realitzi la tasca que volem que faci.

Al PICBOT aquesta estructura electrònica està formada per la tarja de control MSx84 que conté el microcontrolador 16f84.

6.1. Tarja de control MSx84



La tarja de control MSx84 és una tarja relativament econòmica, controlada pel PIC 16x84, que és capaç de governar cinc sensors d'entrada i dos servomotors. Gràcies a aquestes característiques en aplicacions de microbòtica aquesta tarja pot controlar trajectòries, pot traçar rutes predefinides, detectar obstacles, seguiment d'objectes, bordejar objectes, etc.

Per poder fer aquestes operacions la tarja s'ha de connectar amb els sensors i els motors de la següent manera:

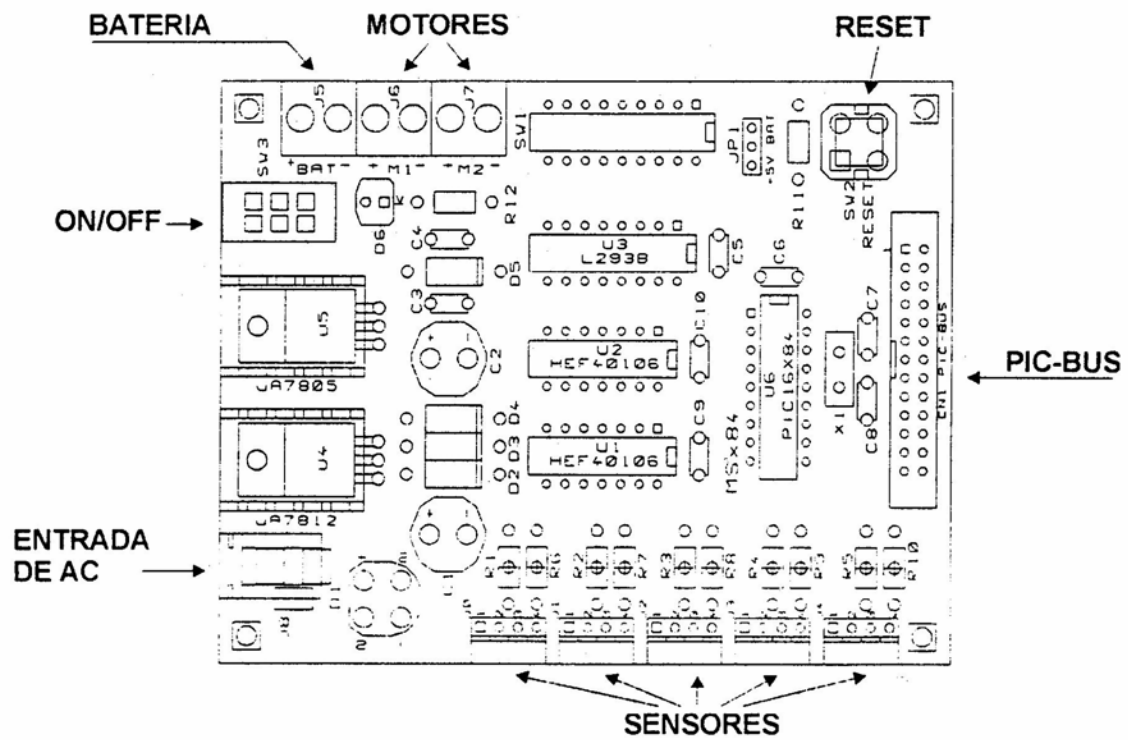


Figura 2-1. Serigrafía de la placa MSx84

7. MONTATGE DEL PICBOT

7.1. Secuencia Del Montatge

El picbot ha estat montat seguint una serie d'etapes mitjançant les quals ha anat prenent forma fins a arribar al que és ara. Aquestes etapes són les següents:

1. Montatge de l'estructura de metraquilat:

El primer pas a realitzar es el montatge de l'estructura de metraquilat que incorpora el kit. Fixarem amb els cargols cadascuna de les parts, el seient i la placa que conforma el vidre.

2. Montatge de la roda trasera:

Un cop l'estructura externa ha estat montada, procedirem a fixar la roda trasera amb cargols que siguin d'un diàmetre suficient perquè aquesta quedi perfectament fixada a la base i vigilant que aquests cargols no impedeixin el moviment giratori d'aquesta roda trasera.

3. Montatge dels motors:

Un cop realitzades les passes 1 i 2 procedirem a fixar els servomotors, previament trucats, al lloc corresponent. És convenient testar el funcionament dels motors abans de fer aquest pas ja que un cop fixats tots els components es un treball laborios extreure-los de la seva posició.

4. Ubicació dels sensors:

Després de fixar els motors, procedirem a ubicar els diferents sensors del PICBOT, aquest son: Bumpers i sensors òptics. Els bumpers és aconsellable fixar-los amb cargols a la placa de matrícula perquè tinguin una bona estabilitat. Pel posicionament dels sensors òptics, una bona solució és l'ús de cinta de doble cara que ens ofereix unes bones característiques.

5. Preparació de les rodes:

Un cop tenim tota l'estructura montada, procedim a la fixació d'escuadres adequades a les rodes. Amb aquestes esquadres aconseguim adaptar les rodes als servomotos.

Després de fixar les esquadres, procedirem a fixar l'encoder òptic. L'encoder esta format per un disc amb una serie de franges blanques i negres que generarà

un pols al sensor òptic cada cop que hi hagi un canvi de franja. Aquest disc a de quedar lo més llis i uniformement fixat a la roda. Aquesta condició és un problema ja que per la fixació de les esquadres s'han agut d'utilitzar cargols i el cap d'aquests fa difícil la fixació del disc. Per solucionar aquest inconvenient hem utilitzat adhesiu TAC per poder recobrir el caps dels cargols i deixar una superfície lo més llisa possible.

6. Fixació de la placa:

Després de realitzar els passos anteriors fixem la placa del microcontrolador al sostre del PICBOT i li connectem els motors, sensors i la bateria.

En aquest punt el robot mobil està acabat i la resta d'accions és per incorporar millores a l'estructura d'aquest. Les millores les hem cosiderat prou importants per tractarles en un punt apart.

7.2. Llistat de material

La llista del material necessari per la realització del PICBOT2 és:

- KIT PICBOT 2.
- Cargols.
- Escombreta del limpia parabrisas del cotxe.
- Bateria alcalina de 9 V.

7.3. Llistat d' eines

- Soldador.
- Malla de desoldar.
- Tornavís.
- Trepanador.
- Broques.
- Alicates de tall.
- Pelacables.
- Cinta aïllant.
- Adhesiu Tac.
- Cinta de doble cara.
- Cola d'enganxar.
- Estany.
- Tisores.
- Cargol de fixació.

8. MILLORES EN EL DISSENY

8.1. Millores respecte l'altre robot

Hem observat certes diferències en el muntatge del nostre PIC-BOT amb el del realitzat pel company A. Dalmau. Aquestes diferències són:

- Conexió dels motors y tensió d'alimentació: en el nostre muntatge la connexió dels motors i la bateria la fem de manera directa cap a la regleta de connexió que té el microcontrolador al circuit imprès, mentre que l'altre robot mobil té afegida una regleta d'interconnexió entre els motors i l'alimentació que considerem innecessària.
- Fixació dels sensors de final de carrera o Bumpers: en el nostre robot hem fixat els sensors a la placa de matrícula mitjançant cargols amb la qual cosa hem conseguit una fixació perfecta. Assenyalar que per la fixació d'aquests sensors d'aquesta manera és necessari fer amb una broca lo suficientment petita uns forats a la matrícula per tal de poder passar els cargols. Al muntatge del company A. Dalmau aquest sensor no estava fixat enlloc cosa que feia que tinguessin una estabilitat i fiabilitat molt baixa.
- El PICBOT consta de tres rodes. Aquesta configuració és la més clàssica en les aplicacions de robòtica mòbil i les rodes es fixen en forma de "V". Les dos rodes davanteres són les motrius i la traserà és la que segueix el moviment. En l'anterior PICBOT aquesta roda traserà estava fixada per tal de pivotar sobre aquest punt quan el robot arribava a un punt final i havia de girar 360°. En el nostre muntatge aquesta roda l'hem deixat lliure, amb això hem conseguit que es giri més ràpid i elegant i en comptes de girar al voltant de la roda el robot gira al voltant dels eixos del motor.
- La fixació de l'encoder és un altre punt on hem diferit de l'anterior muntatge. El primer robot tenia fixades les escudres de fixació de les rodes mitjançant cola adhesiva. Nosaltres aquestes escudres les hem fixat mitjançant cargols amb lo que hem conseguit una fixació més segura però que suposa un inconvenient a l'hora de fixar l'encoder òptic format per una divisió de franges de colors blanc i negre ja que el cap dels cargols impedia que aquesta superfície restés completament plana. Per solucionar aquest problema hem recobert d'una masilla adhesiva ("Adhesiu TAC") per tal de crear una superfície lo més uniforme possible on hem fixat després la superfície amb franjes blanques i negres.
- A l'anterior PICBOT va ser necessari la fixació de les rodes de tracció al l'eix del motor mitjançant un cargol. Al nostre muntatge no ha sigut necessària aquesta fixació i el robot a respost satisfactoriament a les proves efectuades. Això és una

avantatge ja que permet l'extracció i reposició de les rodes d'una manera fàcil i ràpida.

- Al nostre robot li hem afegit un paraxocs davanter de goma flexible i amb una bona característica per absorbir els impactes. es lleuger i rigid i presenta unes condicions molt bones. El robot antic també incorporaba un paraxocs a la zona davantera fixat als bumpers amb cinta de doble cara. Era un paraxocs més gan i pessat i no presentava una bona estabilitat degut a que estava fixat als bumpers i aquest no estan fixats enlloc el que feia que el conjunt quedava suspès a l'aire.

8.2. Possibles millores a realitzar

A continuació exposem una serie de millores que no s'han realitzat però que hem observat que seria interessant fer. Aquestes millores són les que procedim a detallar:

- Una de les millores a realitzar és la substitució de les rodes, per unes que tinguin més adherència a tota mena de superfícies, ja que les que incorpora el KIT rellisquen i no ofereixen el comportament desitjat en determinades superfícies. El el punt 2.3 Rodas s'inclou una taula comparativa on es pot orientar i triar entre diferents rodes.

- Els motors és un altre punt a millorar. Els motors FUTABA S3003 deixen molt a desitjar, ja que estan dissenyats expressament per finalitats aereomodelístiques, i com a conseqüència d'això, no permeteix el gir de 360°. Per solucionar això hem hagut de treure una petita pestanya que incorporaba el motor, el qual tenia la funció de topall. Val a dir, que a aquest tipus de motor li manca potència, ja que per circular per superfícies inclinades el robot no té la suficient força per avançar, la qual cosa el limita a treballar en terrenys plans i sense cap mena de socavades ja que aquestes socabades fa que la roda trasera es quedi enganxada.

Aquests motors funcionaven mitjançant impulsos com a conseqüència d'un petit circuit imprès que anava acoplat a ell i gestionava el seu funcionament. Hem tingut que retirar aquest circuit ja que per la nostra aplicació no ens interessava gestionar el control del motor per pulsos. Per tots aquests motius considerem que aquests motors no són els més adients per realitzar una aplicació d'aquest tipus i aconcellem la seva substitució per d'altres. En el apartat d'actuadors 3.2.3 es mostra una taula comparativa que pot orientar a la elecció d'un motor més optim.

9. PROGRAMACIÓ

La programació d'aquest robot es realitza mitjançant llenguatge ensamblador. Cada programa té una aplicació específica (funció "lapa", rastrejador de línies, esquivar objectes,...). Un cop dissenyem el programa per portar a terme l'aplicació concreta que volem que faci el robot, aquest s'ha de transferir al PIC del microcontrolador, el qual quedarà enmagatzemat fins que tornem a grabar un altre programa.

10. CONCLUSIONS

En aquest treball s'ha fet la passada en marxa del PICBOT2. Aquest robot el trobem en un kit comercial que ens hem limitat a montar. En aquest kit ens han donat uns motors, unes rodes, uns sensors, un microcontrolador... aquest conjunt d'elements han estat montats i han conformat, primerament, el PICBOT final sense cap mena de canvi.

De la mateixa manera és important entendre que qualsevol part d'aquest kit pot ser modificada per poder desenvolupar una tasca específica que no sigui la dissenyada en un principi o millorar qualsevol aspecte que no presenti unes característiques adequades com pot ser la part de motors o rodes. És a dir, l'estructura tant a nivell físic com a nivell de programació, d'aquest robot com la de qualsevol altre que podem trobar al mercat és totalment flexible i adaptable a qualsevol tipus de situació.

També hem observat la possibilitat d'adquirir els components per separat i fer el muntatge del robot sense cap mena de kit. Això és possible i és una alternativa interessant a tenir en compte de cara a muntatges futurs. Aquesta modalitat, ofereix la possibilitat de triar d'entre els molts components que hi ha al mercat segons les necessitats de la persona que realitza el disseny i muntatge i no sorgeix l'obligació d'utilitzar una sèrie de materials predefinits pels kits.

Per altra banda, aquest treball ha volgut aportar informació original. És a dir, comparatives de material: Sensors, motors, rodes... i solucions alternatives a les propostes clàssiques. En cap cas em volgut incorporar informació que es pogués trobar a qualsevol llibre i, en qualsevol cas, incorporar només la informació justa necessària. Hem arribat a aquesta determinació ja que informació de robots mòbils ja en tenim molta però seria una pèrdua de temps transcriure aquesta informació des d'un llibre cap a la nostra memòria.

Per últim volem fer notar la experiència que ens ha aportat tant la construcció del robot como la posterior recerca d'alternatives en la construcció d'aquest, com també l'incorporació de millores a aquest robot.

Durant l'etapa de construcció hem hagut de superar dificultats que ens han aportat una serie de coneixements que seran utils en properes construccions. També recalcar que l'incorporació de millores ha donat al picbot un toc personal respecte qualsevol altre PICBOT i el fa diferent i únic de la resta.